



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 42 09 047 C 1**

⑯ Int. Cl. 5:

**G 05 D 1/02**

B 60 K 31/00

**DE 42 09 047 C 1**

⑯ Aktenzeichen: P 42 09 047.4-32  
 ⑯ Anmeldetag: 20. 3. 92  
 ⑯ Offenlegungstag: —  
 ⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 26. 8. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:

Nöcker, Gerhard, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE;  
 Geduld, Georg, Dipl.-Ing. (FH), 7000 Stuttgart, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 23 110 A1  
 US 50 14 200

⑯ Verfahren zur Regelung des Abstandes zwischen fahrenden Fahrzeugen

⑯ Ein Verfahren zur Regelung des Abstandes zwischen einem Frontfahrzeug und einem Folgefahrzeug wird beschrieben, das unabhängig von der Art der Abstandserfassung anwendbar ist.

Erfindungsgemäß wird im Verlaufe einer Abstandsregelung durch Auswertung wenigstens der Eigenfahrgeschwindigkeit  $V_2$  und des Lenkwinkels  $\beta$  des Folgefahrzeugs die Fahrsituation in  $i$  Klassen eingeteilt, in Abhängigkeit von der klassierten Fahrsituation ein Regelgesetz  $R_i$  für die Bemessung der Antriebskraft aus einer Menge von  $i$  Gesetzen ausgewählt und das situationsabhängige Regelgesetz für die Gesamtantriebskraft  $F_a$ , mit dem auf Sollabstand  $S_s$  geregelt werden soll, als Summe der  $i$  mit geschwindigkeitsbereichsweise wenigstens flankenüberlappenden Klassierungsfunktionen  $k_i$  gewichteten Einzelregelgesetze  $R_i$  gebildet.

Fortbildungsgemäß wird auch die Witterung und das Fahrer-verhalten des Fahrzeugführers sensiert, in Abhängigkeit von der klassierten Fahrsituation, der Witterung und dem Fahrer-verhalten eine situationsabhängige Reaktionszeit  $T_r$  und aus letzterer und wenigstens der Eigengeschwindigkeit der Sollabstand zum Frontfahrzeug bestimmt und dieser dem/ den fahrsituationsabhängig jeweils wirksamen Regelgesetz für die Antriebskraft vorgegeben.

**DE 42 09 047 C 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung des Abstandes zwischen fahrenden Fahrzeugen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei der automatischen Abstandshaltung von Kraftfahrzeugen wird in der Regel ein geschwindigkeitsabhängiger Sollabstand eingehalten, welcher durch eine festgelegte Reaktionszeit des Fahrers bestimmt wird. Beispielhaft beschreibt die US 50 14 200 ein solches System.

Im allgemeinen wird nach einem festgelegten Regelgesetz gefahren, während das Regelverhalten des Fahrers von der gerade vorliegenden Fahrsituation abhängt. Der Abstand  $S$  zwischen einem Führungsfahrzeug und dem Folgefahrzeug wird im allgemeinen mittels Ultraschall-, Infrarot- oder mm-Wellen-Radar auf einen Sollabstand  $S_s$  geregelt, wobei z. B. auch die Relativgeschwindigkeit beider Fahrzeuge zueinander mittels des Dopplereffekts erfaßt werden kann.

Dabei ist dann

$$S_s = f\{V_1, V_2, a_1, a_2, T_r\}$$

mit

$V_1$  = Geschwindigkeit des Führungsfahrzeugs,

$V_2$  = Eigengeschwindigkeit,

$a_1$  = maximales Verzögerungsvermögen des Führungsfahrzeugs,

$a_2$  = maximales Verzögerungsvermögen des Folgefahrzeugs,

$T_r$  = momentane Reaktionszeit des Fahrzeugführers.

Bekannt ist ferner

$$S_s = V_2 \cdot T_r$$

zu wählen.

Durch Vergleich wird außerdem der Abstandsfehler

$$dS = S_s - S$$

bestimmt; die Relativgeschwindigkeit berechnet sich aus der Kinematik der beiden Fahrzeuge:

$$V_r = V_1 - V_2.$$

Bei Aufrechterhaltung einer Abstandsregelung wird die Sollrelativgeschwindigkeit idealerweise zu Null; eine negative Relativgeschwindigkeit stellt insoweit ebenfalls eine Regelabweichung dar. Zur Minimierung der Regelabweichung wird durch eine Stelleinrichtung eine beschleunigende oder bremsende Antriebskraft erzeugt, welche im Sinne der Regelung auf das Folgefahrzeug einwirkt. Üblicherweise wird die Antriebskraft in Abhängigkeit von Regelabweichungen und Verstärkungsfaktoren beeinflußt.

In diesem Zusammenhang wird noch auf die DE-OS 41 23 110 verwiesen, die ein anderes System behandelt, bei dem auch noch von der jeweiligen lokalen Fahrumgebung her aktuelle Werte an das Fahrzeug übermittelt werden, so z. B. zur Charakterisierung der Griffigkeit der Straße, von Geschwindigkeitsbegrenzungen etc.

So erzieltes Regelverhalten stoßen beim Fahrzeugführer jedoch auf geringe Akzeptanz, da dieser einerseits gewohnt ist, sein Fahrverhalten an unterschiedliche Randbedingungen wie Witterung, Verkehrslage und persönliches Befinden anzupassen, andererseits ein Regelsystem nicht dauernd mit eigenen Wertvorgaben be-

aufschlagen möchte.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Regelung des Abstands zwischen Fahrzeugen vorzuschlagen, welches einerseits die automatische Abstandshaltung zwischen Fahrzeugen erlaubt, andererseits aber auch zu einer erheblichen Verbesserung der Akzeptanz beim Fahrzeugführer führt.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale im Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird im Verlaufe einer Abstandsregelung durch Auswertung

wenigstens der Eigenfahrgeschwindigkeit  $V_2$  und des Lenkwinkels  $\beta$  des Folgefahrzeugs die Fahrsituation in

Klassen eingeteilt, in Abhängigkeit von der klassierten Fahrsituation ein Regelgesetz  $R_i$  für die Bemessung der

Antriebskraft aus einer Menge von  $i$  Gesetzen ausgewählt und das situationsabhängige Regelgesetz für die

Gesamtantriebskraft  $F_a$ , mit dem auf Sollabstand  $S_s$  ge- regelt werden soll, als Summe der  $i$  mit geschwindig- keitsbereichsweise wenigstens flankenüberlappenden

Klassierungsfunktionen  $k_i$  gewichteten Einzelregelge- setze  $R_i$  gebildet. In vorteilhafter Weise wird so eine

automatische Adaption des Regelverhaltens an die ak- tuell vorliegende Fahrsituation und folglich eine erheb-

lich verbesserte Akzeptanz einer entsprechenden Rege-

lung beim Fahrzeugführer erreicht.

Bei der Weiterbildung des Verfahrens gemäß An- spruch 2 wird auch die Witterung und das Fahrverhalten des Fahrzeugführers sensiert, in Abhängigkeit von der

klassierten Fahrsituation, der Witterung und dem Fahr- rerverhalten eine situationsabhängige Reaktionszeit  $T_s$  und aus letzterer und wenigstens der Eigengeschwindig- keit ein situationsbereinigter Sollabstand zum Front- fahrzeug errechnet und dieser dem fahrsituationsabhän-

gig jeweils wirksamen Regelgesetz für die Antriebskraft  $F_a$  vorgegeben. Es wird hierbei in vorteilhafter Weise also der Aufmerksamkeitsgrad des Fahrzeugführers in

die Adaption der Abstandsregelung mit einbezogen und insoweit eine Optimierung der Sicherheit gegen Kollision erreicht.

Weitere Vorteile werden erfindungsgemäß erschlos- sen durch geschwindigkeits- und/oder witterungsab- hängige Beeinflussung der berechneten Reaktionszeit  $T_s$  gemäß Ansprüchen 3 und 4 sowie gemäß Anspruch 5

durch Messung der Querbeschleunigung bei Kurven- fahrt und Begrenzung der Antriebskraft so, daß eine eingestellte Querbeschleunigung nicht überschritten wird.

In der Figurenzeichnung ist ein beispielhaftes System zur Durchführung des Verfahrens veranschaulicht und kurzgefaßt der nachfolgenden Beschreibung des Ver- fahrens vorangestellt. Es zeigt

Fig. 1 ein schematisches Blockfunktionsdiagramm ei- nes zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Ab- standsregelungssystems,

Fig. 2 eine beispielhafte und schematische Darstel- lung sich geschwindigkeitsbereichsweise flankenüber- lappender Klassierungsfunktionen  $k_i$ ,

Fig. 3 eine Veranschaulichung zweier im Folgeab- stand  $S$  fahrender Fahrzeuge,

Fig. 4 ein schematisches Blockfunktionsdiagramm ei- nes herkömmlichen Abstandsregelungssystems.

Gemäß Fig. 3 folgt ein Folgefahrzeug 2 mit der Ge- schwindigkeit  $V_2$  im Abstand  $S$  einem mit der Ge- schwindigkeit  $V_1$  vorausfahrenden Frontfahrzeug 1. Es ist hier ein Abstand  $S$  erreicht, der kleiner als der Sollab- stand  $S_s$  ist. Unter Annahme der Konstanz von  $V_1$  muß also eine negative Antriebskraft, d. h. eine Bremskraft

auf das Fahrzeug 2 ausgeübt werden, um eine Verkleinerung der Regelabweichung des Abstandsreglers zu erreichen.

Herkömmlicherweise gibt gemäß Fig. 4 eine Geschwindigkeitsmeßeinrichtung die Geschwindigkeit  $V_2$  des Folgefahrzeugs aus. Hieraus wird der Sollabstand  $S_s$  berechnet. Letzterer wird einem Vergleicher zugeführt. Aus einer Meßeinrichtung, etwa einer Radar-Einheit, wird auch der (augenblickliche) Abstand  $S$  diesem Vergleicher zugeführt. Durch Vergleichen wird die Regelabweichung gebildet. Dem Vergleicher wird von besagter Meßeinrichtung noch die Relativgeschwindigkeit  $V_r$  zwischen beiden Fahrzeugen zugeführt. Diese kann im Vergleicher außerdem noch die entstehende Regelabweichung  $dS$  in verstärkendem oder abschwächendem Sinne beeinflussen. Im figurlich dargestellten Falle wird die Relativgeschwindigkeit jedoch an den Regler und eine Stelleinrichtung zur Beeinflussung der Antriebskraft weitergegeben und eine entsprechende Beeinflussung z. B. erst im Regler herbeigeführt, dem der Abstandsfehler  $dS$  aus dem Vergleicher zugeführt wird. Als Stelleinrichtung kommt die Drosselklappe, Einspritzpumpe, ggfs. mit vorgeschaltetem Kennfeld, oder ein Bremsansteuerventil, z. B. eines elektrischen oder mit Druckmittel wirkenden und mit dem Druckvorrat ausgestatteten Bremsystems, in Frage.

In einem zur Durchführung des Verfahrens geeigneten System gemäß Fig. 1 werden der Lenkwinkel  $\beta$  und die von einer Geschwindigkeitsmeßeinrichtung bezogene Geschwindigkeit  $V_2$  einer Funktion zur Klassierung der Fahrsituation unterworfen. Die resultierende Fahrsituationsklasse wird einerseits einem Funktionsblock zur Berechnung des Sollabstandes und dem Regler mit Stelleinrichtung für die den Abstand beeinflussende Antriebskraft  $F_a$  eingegeben. Die Sollabstandsberechnung kann über die Berechnung einer fahrsituationsabhängigen Reaktionszeit  $T_s$  für den Fahrzeugführer erfolgen.

Dem Funktionsblock zur Berechnung des Sollabstandes wird noch wenigstens eine das Fahrerverhalten charakterisierende und eine die Witterung charakterisierende Größe zugeführt. Eine Meßeinrichtung gibt den Abstand  $S$  zum Frontfahrzeug und die Relativgeschwindigkeit zwischen beiden Fahrzeugen aus. Sollabstand  $S_s$  und Abstand  $S$  werden miteinander verglichen, und der resultierende Abstandsfehler  $dS$  sowie die Relativgeschwindigkeit  $V_r$  werden dem Regler mit Stelleinrichtung zugeführt. Als Stelleinrichtung kommt auch hier die Drosselklappe, Einspritzpumpe, ggfs. mit vorgeschaltetem Kennfeld, bzw. ein Bremsansteuerventil, z. B. eines elektrischen oder mit Druckmittel wirkenden und mit einem Druckvorrat ausgestatteten Brems- oder ASR-Systems, in Frage. Dem Regler kann des weiteren noch die erfaßte Querbeschleunigung zugeführt werden. Die so entfachte bzw. beeinflußte Antriebskraft wirkt auf das Fahrzeug 2 im den Abstand zum Frontfahrzeug 1 regelnden Sinne.

Fig. 2 zeigt geschwindigkeitsbereichsweise flankenüberlappende Klassierungsfunktionen  $k_i$  zur geschwindigkeitsbereichsweisen Gewichtung von individuellen Regelgesetzen  $R_i$  für die Antriebskraft  $F_a$ , wie sie das Verfahren verwendet.

Das erfundungsgemäße Verfahren zur Regelung des Abstandes zwischen fahrenden Kraftfahrzeugen ist nicht an ein spezielles Abstandserfassungssystem gebunden; es kann insoweit z. B. mittels eines Licht- oder mm-Wellen-Radars beliebiger Art durchgeführt werden, so weit es zur Abgabe eines Abstands- und Relativgeschwindigkeitssignals geeignet ist.

Das Verfahren umfaßt folgende Schritte:

- Durch Auswertung wenigstens der eigenen Fahrgeschwindigkeit  $V_2$  und des Lenkwinkels  $\beta$  wird die Fahrsituation in wenigstens zwei, allgemein  $i$  Klassen eingeteilt.
- Es werden den  $i$  Klassen geschwindigkeitsbereichsweise sich wenigstens flankenüberlappende Klassierungsfunktionen  $k_i$  zugeordnet.
- In Abhängigkeit von der klassierten Fahrsituation erfolgt die Auswahl eines Regelgesetzes  $R_i$  für die Bemessung der Antriebskraft

$$R_i = f(dS, V_r, \text{Verstärkungsfaktoren})$$

mit

$dS$  als Abstandsfehler,

$V_r$  als Relativgeschwindigkeit

aus einer Menge von wenigstens 2, allgemein  $i$  Gesetzen, wobei jedes Gesetz jeweils für eine ganz spezifische Fahrsituation bzw. Fahrsituationsklasse gültig ist.

d) Das situationsabhängige Regelgesetz für die Gesamtantriebskraft  $F_a$ , mit dem auf Sollabstand  $S_s$  geregelt wird, wird als Summe der  $i$  mit den entsprechenden Klassierungsfunktionen  $k_i$  gewichteten Einzelregelgesetze  $R_i$  gebildet wie folgt:

$$F_a = k_1 \cdot R_1 + k_2 \cdot R_2 + k_3 \cdot R_3 + k_4 \cdot R_4 + \dots$$

Eine noch bessere Akzeptanz einer solchen Regelung wird beim Fahrzeugführer erzielt, wenn in die Sollabstandsvorgabe für den Regler auch noch die Witterung und das momentane Fahrerverhalten eingerechnet wird wie folgt:

e) Die Witterung und das Fahrerverhalten werden sensiert.

f) In Abhängigkeit von der klassierten Fahrsituation, der Witterung und dem Fahrerverhalten wird eine situationsabhängige Reaktionszeit  $T_s$  berechnet.

g) Es wird als Führungsgröße ein reaktionsbereinigter Sollabstand  $S_s$  zum Frontfahrzeug, z. B. nach folgender Minimalmaßgabe, berechnet:

$$S_s = V_2 \cdot T_s$$

h) Auf diesen reaktionszeitbereinigten Sollabstand wird der Abstand  $S$  zum Frontfahrzeug geregelt.

Eine weitere Verfeinerung des Verfahrens wird erzielt, indem

i) die Reaktionszeit  $T_s$  bei stadtverkehrstypischer Fahrsituation und/oder bei kleinen Geschwindigkeiten geringer als bei hohen Geschwindigkeiten auf der Autobahn gewählt wird.

Eine weitere Vervollkommnung des Verfahrens wird erreicht, wenn

k) die Reaktionszeit  $T_s$  bei schlechter Witterung und/oder unaufmerksamem Fahrer vergrößert und im gegenteiligen Falle verringert wird.

Eine weitere Verfeinerung des Verfahrens wird dadurch erzielt, daß

1) die Querbeschleunigung gemessen wird und bei Kurvenfahrt die Antriebskraft so begrenzt wird, daß eine eingestellte Grenzquerbeschleunigung nicht überschritten wird.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Abstandes zwischen fahrenden Kraftfahrzeugen, wobei das Folgefahrzeug mit beliebigen Abstandserfassungsmitteln 10 und einer auf die Fahrgeschwindigkeit wirkenden Abstandsregelung zu einem Frontfahrzeug ausgerüstet ist, dadurch gekennzeichnet, daß es wenigstens folgende Schritte umfaßt:

- (a) Es wird durch Auswertung wenigstens der Eigenfahrgeschwindigkeit  $V_2$  und des Lenkwinkels  $\beta$  die Fahrsituation in wenigstens zwei, allgemein i Klassen eingeteilt;
- (b) es werden den i Klassen geschwindigkeitsbereichsweise sich wenigstens flankenüberlappende Klassierungsfunktionen  $k_i$  zugeordnet;
- (c) in Abhängigkeit von der klassierten Fahrsituation erfolgt die Auswahl eines Regelgesetzes  $R_i$  für die Bemessung der Antriebskraft

25

$$R_i = f(dS, V_r, \text{Verstärkungsfaktoren})$$

mit

$dS$  = Abstandsfehler,

$V_r$  = Relativgeschwindigkeit

30

aus einer Menge von wenigstens 2, allgemein i Gesetzen, wobei jedes Gesetz jeweils für eine ganz spezifische Fahrsituation bzw. Fahrsituationsklasse gültig ist;

(d) das situationsabhängige Regelgesetz für 35 die Gesamtantriebskraft  $F_a$ , mit dem auf Sollabstand  $S_s$  geregelt wird, wird als Summe der i mit den entsprechenden Klassierungsfunktionen  $k_i$  gewichteten Einzelregelgesetze  $R_i$  gebildet:

40

$$F_a = k_1 \cdot R_1 + k_2 \cdot R_2 + k_3 \cdot R_3 + k_4 \cdot R_4 +$$

...

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet 45 durch folgende weitere Schritte:

- (e) Es wird die Witterung und das Fahrerverhalten sensiert;
- (f) in Abhängigkeit von der klassierten Fahrsituation, der Witterung und dem Fahrerverhalten wird eine situationsabhängige Reaktionszeit  $T_s$  berechnet;
- (g) es wird als Führungsgröße ein reaktionsbereinigter Sollabstand zum Frontfahrzeug wenigstens nach folgender Minimalregel 55 berechnet:

$$S_s = V_2 \cdot T_s;$$

(h) auf diesen reaktionszeitbereinigten Sollabstand 60 wird der Abstand  $S$  zum Frontfahrzeug geregelt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch folgenden weiteren Schritt:

- (i) Die Reaktionszeit  $T_s$  wird bei stadtverkehrstypischer Fahrsituation und/oder bei kleinen Geschwindigkeiten geringer gewählt als bei hohen Geschwindigkeiten auf der Au-

tobahn.

4. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch folgenden weiteren Schritt:

- (k) Die Reaktionszeit  $T_s$  wird bei schlechter Witterung und/oder unaufmerksamem Fahrer vergrößert und im gegenteiligen Falle verringert.

5. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgenden weiteren Schritt:

- (l) Durch Messung der Querbeschleunigung wird bei Kurvenfahrt die Antriebskraft so begrenzt, daß eine eingestellte Grenzquerbeschleunigung nicht überschritten wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

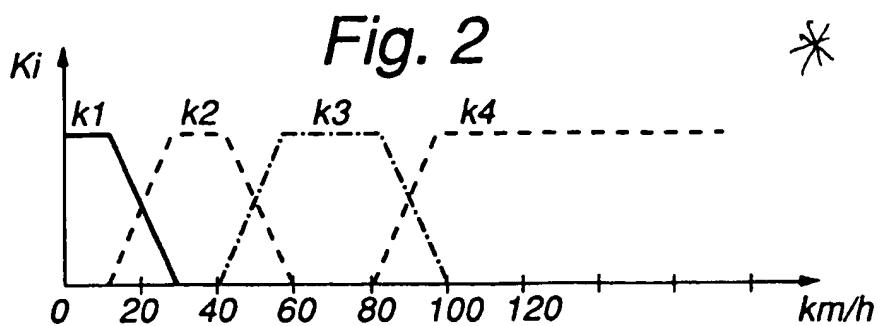
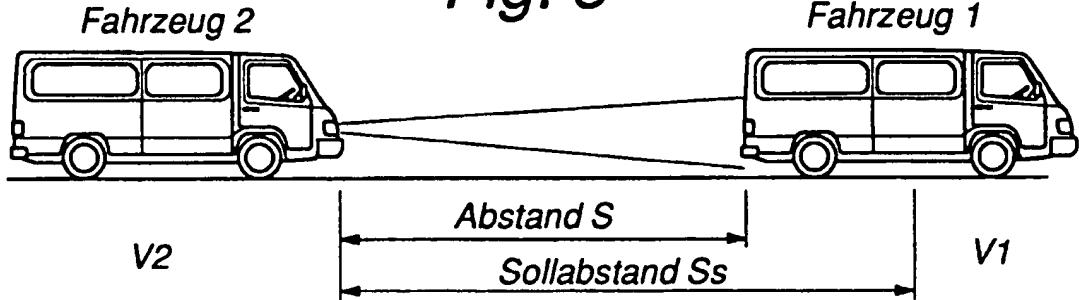
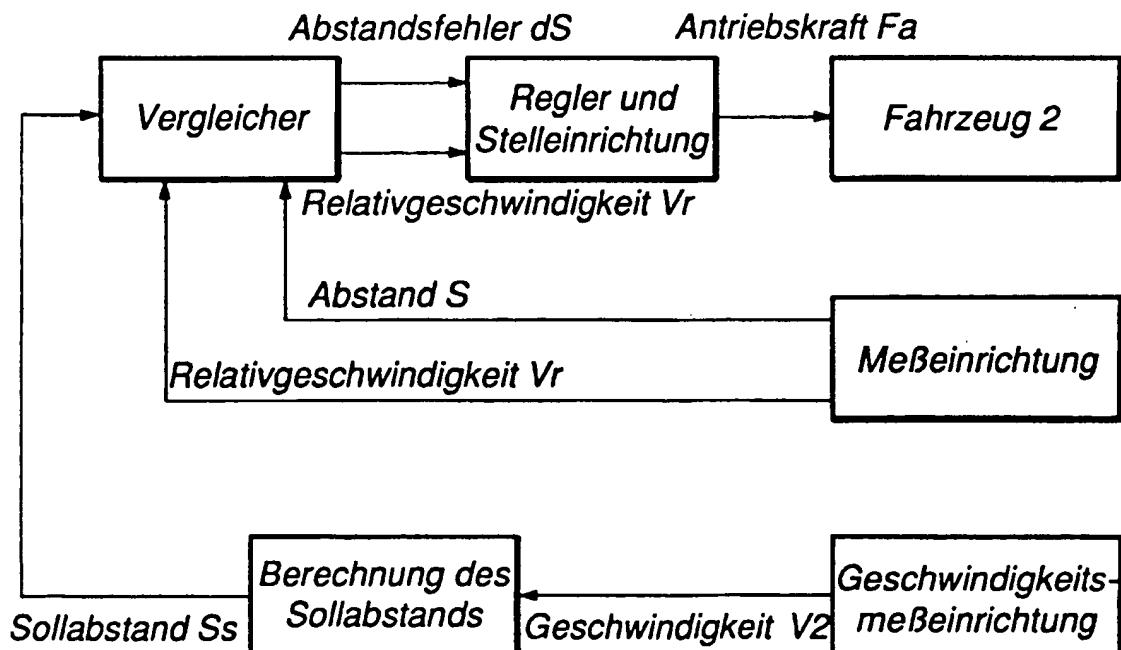
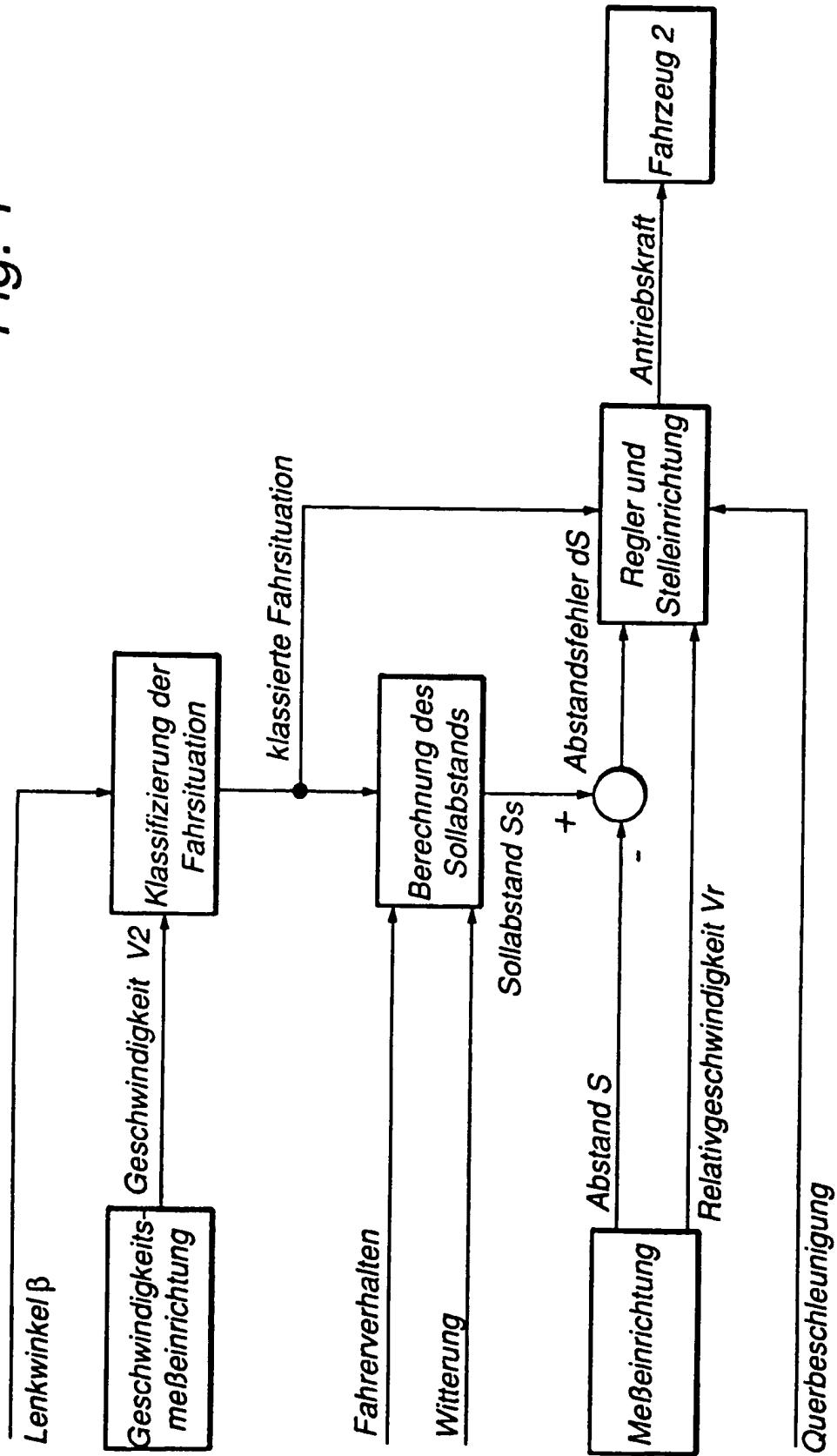
*Fig. 3**Fig. 4*

Fig. 1



# DE4209047

**Patent number:** DE4209047

**Publication date:** 1993-08-26

**Inventor:**

**Applicant:**

**Classification:**

- **international:** **B60K31/00; G01S13/93; B60K31/00; G01S13/00;**  
(IPC1-7): B60K31/00; G05D1/02

- **european:** B60K31/00D

**Application number:** DE19924209047 19920320

**Priority number(s):** DE19924209047 19920320

**Also published as:**



GB2265241 (A)

[Report a data error here](#)

## Abstract of DE4209047

A method for controlling the distance between a vehicle and another vehicle in front uses any type of distance detection. In the course of a distance control, by evaluating at least the vehicle's own speed and its steering angle, the driving situation is divided up into a number of classes, and as a function of the classified driving situation a control rule is selected for the dimensioning of the drive force from a number of rules, the situation-dependent control rule for the overall drive force, with which the vehicle is to be controlled to a set distance, being formed as the sum of the individual control rules weighted with classification functions  $k_i$  which at least overlap at the edges in terms of their speed ranges (Fig. 2).

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**